

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Yasutomo KUSUNOKI et al.

Application No.: Unassigned

Group Art Unit: Unassigned

Filed: December 17, 2003

Examiner: Unassigned

For: PISTON DESIGN SUPPORT PROGRAM, DESIGN SUPPORT METHOD, AND
DESIGN SUPPORT APPARATUS

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s)
herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2002-370224 and 2003-332382

Filed: December 20, 2002 and September 24, 2003

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: December 17, 2003

By: 

David M. Pitcher

Registration No. 25,908

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年12月20日

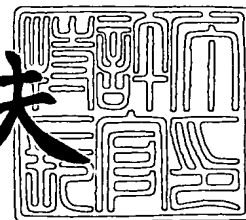
出願番号
Application Number: 特願2002-370224
[ST. 10/C]: [JP2002-370224]

出願人
Applicant(s): マツダ株式会社

2003年10月 6日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3082206

【書類名】 特許願

【整理番号】 M20021206

【提出日】 平成14年12月20日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06F 17/00

【発明者】

 【住所又は居所】 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内

 【氏名】 楠 康友

【発明者】

 【住所又は居所】 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内

 【氏名】 富澤 和廣

【発明者】

 【住所又は居所】 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内

 【氏名】 三村 光生

【特許出願人】

 【識別番号】 000003137

 【氏名又は名称】 マツダ株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100077931

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 前田 弘

【選任した代理人】

 【識別番号】 100094134

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小山 廣毅

【選任した代理人】

 【識別番号】 100110939

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 竹内 宏

【選任した代理人】

【識別番号】 100110940

【弁理士】

【氏名又は名称】 嶋田 高久

【選任した代理人】

【識別番号】 100113262

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 祐二

【選任した代理人】

【識別番号】 100115059

【弁理士】

【氏名又は名称】 今江 克実

【選任した代理人】

【識別番号】 100115510

【弁理士】

【氏名又は名称】 手島 勝

【選任した代理人】

【識別番号】 100115691

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤田 篤史

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014409

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0003928

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ピストン形状の設計支援プログラム、設計支援方法及び設計支援装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ピストンの往復動方向とバルブの往復動方向とが不一致となるエンジンにおける該ピストンの形状の設計を、コンピュータによって支援するための設計支援プログラムであって、

上記コンピュータに対して、

設計者に、上記ピストンに関する情報と、上記バルブに関する情報と、シリンダヘッドにおける燃焼室を形成する面に関する情報と、値の大きさから該燃焼室の容積が決まる容積関連値の目標値とを入力させる入力ステップと、

上記入力ステップで入力されたピストンに関する情報及びバルブに関する情報に基づいて、上記ピストンの頂部に、上記バルブと対面しかつ該バルブとの間隙が所定条件を満足するリセスモデルを構築するリセスモデル構築ステップと、

上記リセスモデル構築ステップで構築したリセスモデルと、上記入力ステップで入力されたピストンに関する情報、燃焼室を形成する面に関する情報及び容積関連値の目標値とに基づいて、上記燃焼室の容積が、上記容積関連値の目標値から決まる目標容積となるようにピストン頂部の形状を設定して、ピストン頂部モデルを立体で構築するピストン頂部モデル構築ステップと、

上記入力ステップで入力されたバルブに関する情報に基づいて、バルブモデルを立体で構築するバルブモデル構築ステップと、

上記ピストン頂部モデル構築ステップで構築したピストン頂部モデルのリセスと、上記バルブモデル構築ステップで構築したバルブモデルとの間隙を演算する間隙演算ステップと

を実行させることを特徴とするピストン形状の設計支援プログラム。

【請求項 2】 請求項 1 記載のピストン形状の設計支援プログラムにおいて、リセスモデル構築ステップは、平面状のピストン頂部にリセスモデルを構築するステップであることを特徴とするピストン形状の設計支援プログラム。

【請求項 3】 請求項 1 記載のピストン形状の設計支援プログラムにおいて、

コンピュータに対して、

間隙演算ステップで演算した間隙が、リセスモデル構築ステップにおける、リセスとバルブとの間隙の所定条件を満足するか否かを判定する条件判定ステップと、

上記条件判定ステップで上記間隙が上記所定条件を満足しないと判定したときには、バルブモデルにおいて、バルブ厚さ、及びリセス対向面と側周面との交わる角部に形成する面取りの傾斜角度の少なくとも一方を、上記間隙が上記所定条件を満足するように変更して、バルブモデルを再構築するバルブ再構築ステップと

を実行させることを特徴とするピストン形状の設計支援プログラム。

【請求項 4】 請求項 3 記載のピストン形状の設計支援プログラムにおいて、コンピュータに対して、バルブ再構築ステップで再構築したバルブモデルのバルブ厚さが規定値よりも小さいときには、リセスモデル構築ステップにおけるリセスとバルブとの間隙を変更して、再度、リセスモデル構築ステップ、ピストン頂部モデル構築ステップ、バルブモデル構築ステップ、間隙演算ステップ、条件判定ステップ及びバルブ再構築ステップを実行させることを特徴とするピストン形状の設計支援プログラム。

【請求項 5】 請求項 1 記載のピストン形状の設計支援プログラムにおいて、入力ステップは、設計者に、ピストンの側周面に形成するピストンリング溝の位置及び形状に関する情報をさらに入力させるステップであり、

コンピュータに対して、

リセスモデル構築ステップで構築したリセスモデルと、上記入力ステップで入力されたピストンに関する情報並びにピストンリング溝の位置及び形状に関する情報とに基づいて、ピストン頂部モデル構築ステップで構築するピストン頂部モデルとは別個に、又は該ピストン頂部モデルを含めて、リセス及びピストンリング溝を備えたピストンモデルを立体で構築するピストン構築ステップと、

上記ピストン構築ステップで構築したピストンモデルに基づいて、該ピストンモデルにおけるリセスとピストンリング溝との間の肉厚の最小値を演算するリセス肉厚演算ステップと

を実行させる

ことを特徴とするピストン形状の設計支援プログラム。

【請求項 6】 請求項 1 記載のピストン形状の設計支援プログラムにおいて、
入力ステップは、設計者に、ピストンの側周面に形成するピストンリング溝の
少なくとも形状に関する情報をさらに入力させるステップであり、
コンピュータに対して、

リセスモデル構築ステップで構築したリセスモデルと、上記入力ステップで入
力されたピストンに関する情報とに基づいて、ピストン頂部モデル構築ステップ
で構築するピストン頂部モデルとは別個に、又は該ピストン頂部モデルを含めて
、リセスを備えたピストンモデルを立体で構築するピストン構築ステップと、

上記ピストン構築ステップで構築したピストンモデルと、上記入力ステップで
入力されたピストンリング溝の形状に関する情報とに基づいて、該ピストンリン
グ溝の位置を、上記ピストンモデルにおけるリセスと該ピストンリング溝との間
の肉厚の最小値が所定値以上となるように演算する溝位置演算ステップと
を実行させる

ことを特徴とするピストン形状の設計支援プログラム。

【請求項 7】 ピストンの往復動方向とバルブの往復動方向とが不一致となる
エンジンにおける該ピストンの形状の設計を、コンピュータによって支援する設
計支援方法であって、

設計者が上記コンピュータに、上記ピストンに関する情報と、上記バルブに関
する情報と、シリンダヘッドにおける燃焼室を形成する面に関する情報と、値の
大きさから該燃焼室の容積が決まる容積関連値の目標値とを入力する入力ステッ
プと、

上記コンピュータが、上記入力ステップで入力されたピストンに関する情報及
びバルブに関する情報に基づいて、上記ピストンの頂部に、上記バルブと対面し
かつ該バルブとの間隙が所定条件を満足するリセスモデルを構築するリセスモデ
ル構築ステップと、

上記コンピュータが、上記リセスモデル構築ステップで構築したリセスモデル
と、上記入力ステップで入力されたピストンに関する情報、燃焼室を形成する面

に関する情報及び容積関連値の目標値とに基づいて、上記燃焼室の容積が、上記容積関連値の目標値から決まる目標容積となるようにピストン頂部の形状を設定して、ピストン頂部モデルを立体で構築するピストン頂部モデル構築ステップと、

上記コンピュータが、上記入力ステップで入力されたバルブに関する情報に基づいて、バルブモデルを立体で構築するバルブモデル構築ステップと、

上記コンピュータが、上記ピストン頂部モデル構築ステップで構築したピストン頂部モデルのリセスと、上記バルブモデル構築ステップで構築したバルブモデルとの間隙を演算する間隙演算ステップとを含むことを特徴とするピストン形状の設計支援方法。

【請求項 8】 ピストンの往復動方向とバルブの往復動方向とが不一致となるエンジンにおける該ピストンの形状の設計を支援する設計支援装置であって、

設計者が、上記ピストンに関する情報と、上記バルブに関する情報と、シリンダヘッドにおける燃焼室を形成する面に関する情報と、値の大きさから該燃焼室の容積が決まる容積関連値の目標値とを入力するための入力手段と、

上記入力手段により入力されたピストンに関する情報及びバルブに関する情報に基づいて、上記ピストンの頂部に、上記バルブと対面しかつ該バルブとの間隙が所定条件を満足するリセスモデルを構築するリセスモデル構築手段と、

上記リセスモデル構築手段により構築されたりセスモデルと、上記入力手段により入力されたピストンに関する情報、燃焼室を形成する面に関する情報及び容積関連値の目標値とに基づいて、上記燃焼室の容積が、上記容積関連値の目標値から決まる目標容積となるようにピストン頂部の形状を設定して、ピストン頂部モデルを立体で構築するピストン頂部モデル構築手段と、

上記入力手段により入力されたバルブに関する情報に基づいて、バルブモデルを立体で構築するバルブモデル構築手段と、

上記ピストン頂部モデル構築手段により構築されたりセスモデルのリセスと、上記バルブモデル構築手段により構築されたバルブモデルとの間隙を演算する間隙演算手段とを備えていることを特徴とするピストン形状の設計支援装置

。

【発明の詳細な説明】**【0 0 0 1】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、ピストンの往復動方向とバルブの往復動方向とが不一致となるエンジンにおける該ピストンの形状の設計を、コンピュータによって支援するための設計支援プログラム、設計支援方法及び設計支援装置に関する技術分野に属する。

【0 0 0 2】**【従来の技術】**

従来より、エンジンのピストンの頂部に、該ピストンが吸気バルブや排気バルブと干渉しないようにリセス（凹部）を形成することはよく知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0 0 0 3】**【特許文献 1】**

特開 2 0 0 0 - 1 8 0 4 1 号公報

【0 0 0 4】**【発明が解決しようとする課題】**

ところで、上記従来のように頂部にリセスを備えたピストンの形状を設計する際には、通常、最初にリセスの形状を決定する。このとき、リセスとバルブとの間隙は所定条件を満足するようにする必要がある。すなわち、ピストンとバルブとが最も接近したときにおいて、製造誤差等があってもバルブがピストン（リセス）と干渉しないようにする。このリセスの形状を決定した後に、圧縮比等が最初から決まっている場合には、燃烧室の容積（ピストンが上死点にあるときの容積）が、その目標圧縮比等から決まる目標容積となるようにピストン頂部の形状を決定する。具体的には、燃烧室の容積が、目標圧縮比等から決まる目標容積よりも小さい場合には、ピストン頂部に凹陷部を設けて燃烧室容積を増大させる一方、目標容積よりも大きい場合には、ピストン頂部（リセス以外の部分）に凸部を設けて燃烧室容積を減少させる。

【0 0 0 5】

上記のようにピストン頂部に凸部を設けて燃焼室容積を減少させるときにおいては、その凸部がリセスの周囲にも形成される場合があり、この場合、凸部によってリセスの開口端がバルブ側に移動することになり、リセスとバルブとの間隙が所定条件を満足しなくなる可能性がある。

【0006】

しかしながら、ピストンの往復動方向とバルブの往復動方向とが不一致となるエンジンにおいては、リセスを最小限の大きさにしようとする、リセスの形状が複雑になるため、リセスとバルブとの間隙を素早くかつ精度良く計算するのは容易ではない。一方、リセスを単純な形状で大きくすると、燃焼性の悪化を招いてしまう。

【0007】

本発明は斯かる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、ピストンの往復動方向とバルブの往復動方向とが不一致となるエンジンにおいて、リセスを備えたピストンの形状を、設計者が効率良くかつ最適に設計できるようにすることにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、請求項1の発明では、ピストンの往復動方向とバルブの往復動方向とが不一致となるエンジンにおける該ピストンの形状の設計を、コンピュータによって支援するための設計支援プログラムを対象として、上記コンピュータに対して、設計者に、上記ピストンに関する情報と、上記バルブに関する情報と、シリンダヘッドにおける燃焼室を形成する面に関する情報と、値の大きさから該燃焼室の容積が決まる容積関連値の目標値とを入力させる入力ステップと、上記入力ステップで入力されたピストンに関する情報及びバルブに関する情報に基づいて、上記ピストンの頂部に、上記バルブと対面しかつ該バルブとの間隙が所定条件を満足するリセスモデルを構築するリセスモデル構築ステップと、上記リセスモデル構築ステップで構築したリセスモデルと、上記入力ステップで入力されたピストンに関する情報、燃焼室を形成する面に関する情報及び容積関連値の目標値とに基づいて、上記燃焼室の容積が、上記容積関連値の目

標値から決まる目標容積となるようにピストン頂部の形状を設定して、ピストン頂部モデルを立体で構築するピストン頂部モデル構築ステップと、上記入力ステップで入力されたバルブに関する情報に基づいて、バルブモデルを立体で構築するバルブモデル構築ステップと、上記ピストン頂部モデル構築ステップで構築したピストン頂部モデルのリセスと、上記バルブモデル構築ステップで構築したバルブモデルとの間隙を演算する間隙演算ステップとを実行させるようにした。

【0009】

このことにより、設計者が、ピストンに関する情報（往復動に関するデータ情報、形状に関するデータ情報等）、バルブに関する情報（往復動に関するデータ情報、ピストンとの位置関係や形状に関するデータ情報）等を入力すると、まず、ピストンの頂部に、バルブと対面しかつ該バルブとの間隙が所定条件を満足するリセスモデルが構築される。このリセスモデルは、ピストンの中心軸と平行な平面（特にバルブの中心軸を含む平面が好ましい）上に構築（2次元で構築）してもよく、立体（3次元）で構築してもよい。続いて、燃焼室の容積が、圧縮比等の容積関連値の目標値から決まる目標容積となるようにピストン頂部の形状が設定されて、ピストン頂部モデルが立体で構築される。具体的には、リセスモデルを構築した際のピストン形状では、燃焼室の容積が、目標圧縮比等から決まる目標容積よりも小さい場合には、ピストン頂部に凹陷部が形成されて燃焼室容積が増大する一方、目標容積よりも大きい場合には、ピストン頂部（リセス以外の部分）に凸部が形成されて燃焼室容積が減少する。このとき、ピストン頂部に凸部が形成された場合、この凸部がリセスの周囲にも形成されると、該凸部によってリセスの開口端がバルブ側に移動することになる。また、バルブモデルも立体で構築され、その後、そのピストン頂部モデルのリセスとバルブモデルとの間隙が演算される。そして、この演算結果が画面に表示されれば、設計者は上記間隙が所定条件を満たすか否かが分かり、凸部によって所定条件を満たさなくなっていれば、設計をやり直す。或いは、コンピュータが、上記間隙が所定条件を満たすか否かを判定して、所定条件を満たさなければ、設計を自動的にやり直すようにしてもよい。したがって、燃焼室の容積が、圧縮比等の容積関連値の目標値から決まる目標容積となるようにピストン頂部の形状が設定された後に、立体で構

築されたピストン頂部モデルのリセスとバルブモデルとの間隙を演算するので、リセスの形状が複雑であっても、設計者はその間隙を素早くかつ精度良く得ることができ、リセスとバルブとの間隙が所定条件を満たすか否かを容易に確認することができる。よって、リセスを備えたピストンの形状を効率良くかつ最適に設計することができる。

【0010】

請求項2の発明では、請求項1の発明において、リセスモデル構築ステップは、平面状のピストン頂部にリセスモデルを構築するステップであるものとする。

【0011】

こうすることで、演算負荷を軽減することができ、演算速度を向上させることができる。また、リセスモデルを2次元で構築することが容易となり、2次元で構築すれば、演算負荷を格段に軽減することができる。

【0012】

請求項3の発明では、請求項1の発明において、コンピュータに対して、間隙演算ステップで演算した間隙が、リセスモデル構築ステップにおける、リセスとバルブとの間隙の所定条件を満足するか否かを判定する条件判定ステップと、上記条件判定ステップで上記間隙が上記所定条件を満足しないと判定したときには、バルブモデルにおいて、バルブ厚さ、及びリセス対向面と側周面との交わる角部に形成する面取りの傾斜角度の少なくとも一方を、上記間隙が上記所定条件を満足するように変更して、バルブモデルを再構築するバルブ再構築ステップとを実行させるものであるとする。

【0013】

このことで、リセスとバルブとの間隙が所定条件を満足しないときには、所定条件を満足するように、バルブの厚さ、及びバルブにおけるリセス対向面と側周面との交わる角部に形成する面取りの傾斜角度の少なくとも一方が自動的に変更される。この結果、リセスとバルブとの間隙が所定条件を満足しない場合に、設計者はピストンの形状を変更することなく、容易に対応することができる。

【0014】

請求項4の発明では、請求項3の発明において、コンピュータに対して、バル

ブ再構築ステップで再構築したバルブモデルのバルブ厚さが規定値よりも小さいときには、リセスモデル構築ステップにおけるリセスとバルブとの間隙を変更して、再度、リセスモデル構築ステップ、ピストン頂部モデル構築ステップ、バルブモデル構築ステップ、間隙演算ステップ、条件判定ステップ及びバルブ再構築ステップを実行させるものであるとする。

【0015】

すなわち、リセスとバルブとの間隙が所定条件を満足しないときにおいて、バルブの形状変更で所定条件を満足するようにしても、バルブの厚さが、信頼性等の観点から決められた規定値よりも小さくなると、問題が生じる。しかし、この発明では、バルブの厚さが規定値よりも小さいときには、リセスとバルブとの間隙を変更して、再度、リセスモデル構築ステップから実行するので、バルブの信頼性が低下するのを抑制することができる。

【0016】

請求項5の発明では、請求項1の発明において、入力ステップは、設計者に、ピストンの側周面に形成するピストンリング溝の位置及び形状に関する情報をさらに入力させるステップであり、コンピュータに対して、リセスモデル構築ステップで構築したリセスモデルと、上記入力ステップで入力されたピストンに関する情報並びにピストンリング溝の位置及び形状に関する情報とに基づいて、ピストン頂部モデル構築ステップで構築するピストン頂部モデルとは別個に、又は該ピストン頂部モデルを含めて、リセス及びピストンリング溝を備えたピストンモデルを立体で構築するピストン構築ステップと、上記ピストン構築ステップで構築したピストンモデルに基づいて、該ピストンモデルにおけるリセスとピストンリング溝との間の肉厚の最小値を演算するリセス肉厚演算ステップとを実行させるものであるとする。

【0017】

すなわち、ピストンリング溝に嵌合されるピストンリングのピストン頂部側におけるピストンとシリンダとの間の部分に、エンジンオイルや、混合気中の燃料の内のピストン又はシリンダに対する付着分がそれ程多く溜まらないようにしてHCやCOを排出しないようにするためには、ピストンリング溝をピストン頂部

にある程度近い位置に形成する必要があるが、ピストン頂部にリセスを形成すると、そのリセスとピストンリング溝との間の肉厚の最小値が所定値（ピストン強度や製造上の観点等から予め決められた値）よりも小さくなる場合がある。そこで、設計者は、そのリセスとピストンリング溝との間の肉厚に注意しなければならないが、リセスの形状が複雑になるため、上記肉厚の最小値を素早くかつ精度良く計算するのは容易ではない。しかし、この発明では、立体で構築されたピストンモデルでリセスとピストンリング溝との間の肉厚の最小値を演算するので、リセスの形状が複雑であっても、設計者はその肉厚の最小値を素早くかつ精度良く得ることができる。この結果、設計者は、ピストンの形状をより一層効率良くかつ最適に設計することができる。

【0018】

請求項6の発明では、請求項1の発明において、入力ステップは、設計者に、ピストンの側周面に形成するピストンリング溝の少なくとも形状に関する情報をさらに入力させるステップであり、コンピュータに対して、リセスモデル構築ステップで構築したリセスモデルと、上記入力ステップで入力されたピストンに関する情報とに基づいて、ピストン頂部モデル構築ステップで構築するピストン頂部モデルとは別個に、又は該ピストン頂部モデルを含めて、リセスを備えたピストンモデルを立体で構築するピストン構築ステップと、上記ピストン構築ステップで構築したピストンモデルと、上記入力ステップで入力されたピストンリング溝の形状に関する情報とに基づいて、該ピストンリング溝の位置を、上記ピストンモデルにおけるリセスと該ピストンリング溝との間の肉厚の最小値が所定値以上となるように演算する溝位置演算ステップとを実行させるものであるとする。

【0019】

このことにより、立体で構築されたピストンモデルでリセスとの間の肉厚の最小値を所定値以上にするピストンリング溝位置を演算するので、設計者はそのピストンリング溝位置を素早くかつ精度良く得ることができる。

【0020】

請求項7の発明は、ピストンの往復動方向とバルブの往復動方向とが不一致となるエンジンにおける該ピストンの形状の設計を、コンピュータによって支援す

る設計支援方法の発明であり、この発明では、設計者が上記コンピュータに、上記ピストンに関する情報と、上記バルブに関する情報と、シリンダヘッドにおける燃焼室を形成する面に関する情報と、値の大きさから該燃焼室の容積が決まる容積関連値の目標値とを入力する入力ステップと、上記コンピュータが、上記入力ステップで入力されたピストンに関する情報及びバルブに関する情報に基づいて、上記ピストンの頂部に、上記バルブと対面しかつ該バルブとの間隙が所定条件を満足するリセスモデルを構築するリセスモデル構築ステップと、上記コンピュータが、上記リセスモデル構築ステップで構築したリセスモデルと、上記入力ステップで入力されたピストンに関する情報、燃焼室を形成する面に関する情報及び容積関連値の目標値とに基づいて、上記燃焼室の容積が、上記容積関連値の目標値から決まる目標容積となるようにピストン頂部の形状を設定して、ピストン頂部モデルを立体で構築するピストン頂部モデル構築ステップと、上記コンピュータが、上記入力ステップで入力されたバルブに関する情報に基づいて、バルブモデルを立体で構築するバルブモデル構築ステップと、上記コンピュータが、上記ピストン頂部モデル構築ステップで構築したピストン頂部モデルのリセスと、上記バルブモデル構築ステップで構築したバルブモデルとの間隙を演算する間隙演算ステップとを含むものとする。

【0021】

請求項8の発明は、ピストンの往復動方向とバルブの往復動方向とが不一致となるエンジンにおける該ピストンの形状の設計を支援する設計支援装置の発明であり、この発明では、設計者が、上記ピストンに関する情報と、上記バルブに関する情報と、シリンダヘッドにおける燃焼室を形成する面に関する情報と、値の大きさから該燃焼室の容積が決まる容積関連値の目標値とを入力するための入力手段と、上記入力手段により入力されたピストンに関する情報及びバルブに関する情報に基づいて、上記ピストンの頂部に、上記バルブと対面しかつ該バルブとの間隙が所定条件を満足するリセスモデルを構築するリセスモデル構築手段と、上記リセスモデル構築手段により構築されたりセスモデルと、上記入力手段により入力されたピストンに関する情報、燃焼室を形成する面に関する情報及び容積関連値の目標値とに基づいて、上記燃焼室の容積が、上記容積関連値の目標値か

ら決まる目標容積となるようにピストン頂部の形状を設定して、ピストン頂部モデルを立体で構築するピストン頂部モデル構築手段と、上記入力手段により入力されたバルブに関する情報に基づいて、バルブモデルを立体で構築するバルブモデル構築手段と、上記ピストン頂部モデル構築手段により構築されたピストン頂部モデルのリセスと、上記バルブモデル構築手段により構築されたバルブモデルとの間隙を演算する間隙演算手段とを備えているものとする。

【0022】

これら請求項7及び8の発明により、請求項1の発明と同様の作用効果を得ることができる。

【0023】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。図1は、本発明の実施形態に係る設計支援装置の概略構成を示し、この設計支援装置は、コンピュータ装置であって、各種信号の制御処理を行うCPU1を備えている。このCPU1には、設計者が各種情報を入力するための入力手段としての、キーボードやマウス等を含む操作スイッチ2と、各種画面を表示するための液晶表示器等のディスプレイ3と、ブートプログラム等を記録したROM4と、各種処理結果を一時記憶するRAM5と、この設計支援装置を制御するための設計支援プログラム等を記録したハードディスクドライブ等の記憶装置6とが信号の授受可能に接続されている。

【0024】

上記設計支援装置は、上記設計支援プログラムによって、後述の如く動作して、図2に示すようなエンジン11（この実施形態では、4サイクルガソリンエンジン）におけるピストン12の形状（主として頂部及びピストンリング溝部分）の設計を支援する。

【0025】

上記エンジン11は、シリンダ15aを有するシリンダブロック15と、このシリンダブロック15の上面に組み付けられたシリンダヘッド16と、上記シリンダ15a内に往復動可能に嵌装されたピストン12とを備えている。上記シリ

シリンダ 15 a 内には、ピストン 12 及びシリンダヘッド 16 により囲まれる燃焼室 17 が区画形成されている。この燃焼室 17 の上部には点火プラグ 18 が臨設され、吸気ポート 22 には燃料噴射弁 19 が設けられている。

【0026】

上記シリンダヘッド 16 には、4つのバルブ 21（2つの吸気ポート 22 の燃焼室 17 側開口をそれぞれ開閉する 2つの吸気バルブ、及び 2つの排気ポート 23 の燃焼室 17 側開口をそれぞれ開閉する 2つの排気バルブ）が設けられており、これらバルブ 21 の往復動方向（バルブ 21 の中心軸が延びる方向）は全て、上記ピストン 12 の往復動方向（ピストンの中心軸が延びる方向（鉛直方向））とは一致しておらず、ピストン 12 の往復動方向に対して所定角度をなしている。また、上記各バルブ 21 の厚さ（ポートの開口を開閉する部分における中心軸方向に沿った長さ）は、信頼性を維持できるように規定値以上とされている。さらに、上記各バルブ 21 におけるリセス対向面と側周面との交わる角部には全周に亘って面取り 21 a が施されている。尚、この面取り 21 a は必ずしも必要なものではなく、なくてもよい。

【0027】

上記ピストン 12 の頂部には、図 3 に示すように、上記各バルブ 21 とそれぞれ対面する 4つのリセス 12 a（凹部）が形成されている。この各リセス 12 a と、対応するバルブ 21 との間隙は所定条件を満足するようになされている。すなわち、ピストン 12 とバルブ 21 とが最も接近したときにおいて、製造誤差等があってもバルブ 21 がピストン 12（リセス 12 a）と干渉しないように、この実施形態では、所定条件として、ピストン 12 のリセス 12 a とバルブ 21 との間のバルブ往復動方向に沿った距離を第 1 基準値以上とし、リセス 12 a とバルブ 21 との間のバルブ往復動方向に沿った距離を第 2 基準値（第 1 基準値よりも小さい値）以上とし、かつ、リセス 12 a とバルブ 21 との最短距離を第 3 基準値（第 2 基準値よりも大きくて第 1 基準値よりも小さい値）以上としている。尚、後述の凸部 12 b がリセス 12 a の周囲にも形成されているため、リセス 12 a の開口端は、平面状ではなくて、凸部 12 b の表面に沿った形状をなしている。

【0028】

また、上記ピストン 12 の頂部の外周縁部は、該ピストン 12 の中心軸と直交する平面状をなし、その外周縁部を除く部分には、ピストン 12 の中心軸方向から見て円形状をなす凸部 12 b が形成されている。この凸部 12 b の直径や突出高さ等は、圧縮比が予め設定された設定値になるように、つまり、燃焼室 17 の容積（ピストン 12 が上死点にあるときの容積）が上記圧縮比の設定値から決まる値になるように決められている。

【0029】

上記ピストン 12 の側周面における頂部近傍には、ピストンリング 13 が嵌められる 3 つのピストンリング溝 12 c が形成されている。このうち最も上側に位置するピストンリング溝 12 c と上記リセス 12 a との間の肉厚の最小値は、所定値（ピストン 12 の強度や製造上の観点等から予め決められた値）以上になるようになされている。

【0030】

上記設計支援装置における CPU 1 の具体的な処理を、図 4 及び図 5 のフローチャートに基づいて説明する。

【0031】

最初のステップ S 1 では、設計者の操作スイッチ 2 による所定の開始操作に応じて、ディスプレイ 3 に入力画面を表示して、設計者に、ピストン 12 に関する情報と、バルブ 21 に関する情報と、ピストンリング溝 12 c の位置及び形状に関する情報と、シリンダヘッド 16 における燃焼室 17 を形成する面に関する情報と、目標圧縮比（上記設定値）とを入力させる。尚、目標圧縮比の代わりに、値の大きさから燃焼室 17 の容積が決まる容積関連値の目標値を入力させるようにしてもよい。

【0032】

上記ピストン 12 に関する情報は、具体的には、ピストン 12 の往復動に関するデータ情報（クランク角とピストン 12 の上下位置との関係が導けるデータ情報、シリンダボアとの関係が分かるデータ情報等）、外径や、頂部以外の部分の形状に関するデータ情報等である。また、上記バルブ 21 に関する情報は、バル

ブ 2 1 の往復動に関するデータ情報（クランク角とバルブリフト量との関係が導けるデータ情報）、ピストン 1 2 との位置関係や形状に関するデータ情報等である。

【0033】

次のステップ S 2 では、上記ステップ S 1 で入力されたピストン 1 2 に関する情報及びバルブ 2 1 に関する情報に基づいて、上記ピストン 1 2 の頂部に、上記バルブ 2 1 と対面しかつ該バルブ 2 1 との間隙が上記所定条件を満足するリセスモデルを構築する（尚、モデルにおいても実物と対応する部分については同じ符号を使用する）。このとき、この実施形態では、上記ピストン 1 2 頂部は、予め、ピストン 1 2 の中心軸と直交する平面状としている（頂部形状に関するデータ情報は入力しない）が、他の形状に予め設定していてもよく、設計者に頂部形状に関するデータ情報を入力させて、その入力情報に応じた形状としてもよい。

【0034】

上記リセスモデルの構築方法について詳細に説明すると、上記ピストン 1 2 に関する情報及びバルブ 2 1 に関する情報に基づいて、ピストン 1 2 とバルブ 2 1 とが最も接近するときの両者の位置関係を把握し、この位置で、ピストン 1 2 の中心軸と平行でかつバルブ 2 1 の中心軸を含む平面上に（2次元で）リセスモデルを構築する。すなわち、図 6 に示すように、クランク角とピストン上下位置との関係（ピストン変位曲線）と、クランク角とバルブリフト量との関係（バルブリフト曲線）とを同じグラフに描くと、クランク角がいくらのときにピストン 1 2 とバルブ 2 1 とが最も接近するかが分かり（図 6 において、吸気バルブではクランク角が α のときに、排気バルブではクランク角が β のときにそれぞれ最接近する）、このクランク角のときのピストン 1 2 及びバルブ 2 1 を、図 7 に示すように、ピストン 1 2 の中心軸と平行でかつバルブ 2 1 の中心軸を含む平面上にモデル化し、このピストン 1 2 の頂部に、バルブ 2 1 との間隙が上記所定条件を満足するリセスモデルを構築する。つまり、リセス 1 2 a とバルブ 2 1 との間のバルブ往復動方向に沿った距離 x が第 1 基準値以上となり、リセス 1 2 a とバルブ 2 1 との間のバルブ往復動方向に沿った距離 y が第 2 基準値（第 1 基準値よりも小さい値）以上となり、かつ、リセス 1 2 a とバルブ 2 1 との最短距離 z が第 3

基準値（第2基準値よりも大きくて第1基準値よりも小さい値）以上となるようにする。

【0035】

尚、リセスモデルを必ずしも2次元で構築する必要はなく、立体（3次元）で構築してもよい（但し、ピストン12頂部が平面状でなく複雑な形状である場合には、立体で構築するのがよい）。また、2次元でリセスモデルを構築する場合、ピストン12の中心軸と平行な平面上であれば、どの平面上にモデル化してもよいが、上記のようにバルブ21の中心軸を含む平面が望ましい。

【0036】

次のステップS3では、ディスプレイ3に、上記構築したリセスモデルのリセス12aの寸法等を表示するための第1の結果画面を表示する。この第1の結果画面には、次の工程に進むための操作ボタン（以下、進行ボタンという）と、上記入力画面に戻るための操作ボタン（以下、戻りボタンという）とが含まれている。

【0037】

次のステップS4では、上記操作ボタンが操作されたか否かを判定し、この判定が、進行ボタン及び戻りボタンのいずれの操作ボタンも操作されていないNOであるときには、上記ステップS3に戻って第1の結果画面を表示し続け、判定がYESであって進行ボタンが操作されたときには、ステップS5に進み、判定がYESであって戻りボタンが操作されたときには、上記ステップS1に戻る。

【0038】

上記ステップS5では、上記構築したリセスモデルと、上記入力されたピストン12に関する情報並びにピストンリング溝12cの位置及び形状に関する情報とに基づいて、リセス12a及びピストンリング溝12cを備えたピストンモデルを立体（3次元）で構築する。この立体のピストンモデルにおけるリセス12aは、円筒をその中心軸がバルブ21の往復動方向になるように傾けた状態で該円筒の端面と側周面との角部をピストン12頂部に対して押し当てて凹ました形状をなしている。

【0039】

次のステップS 6では、上記立体のピストンモデルに基づいて、該ピストンモデルにおけるリセス12 aとピストンリング溝12 c（最も上側に位置するもの）との間の肉厚の最小値を演算し、次のステップS 7で、ディスプレイ3に、その肉厚の最小値等を表示するための第2の結果画面を表示する。この第2の結果画面にも、上記第1の結果画面と同様に、進行ボタンと戻りボタンとの2つの操作ボタンが含まれている。

【0040】

次のステップS 8では、上記操作ボタンが操作されたか否かを判定し、この判定が、進行ボタン及び戻りボタンのいずれの操作ボタンも操作されていないNOであるときには、上記ステップS 7に戻って第2の結果画面を表示し続け、判定がYESであって進行ボタンが操作されたときには、ステップS 9に進み、判定がYESであって戻りボタンが操作されたときには、上記ステップS 1に戻る。

【0041】

上記ステップS 9では、上記リセスモデルと、上記入力されたピストンに関する情報、燃焼室17を形成する面に関する情報及び目標圧縮比とに基づいて、上記燃焼室17の容積が、上記目標圧縮比から決まる目標容積となるようにピストン12頂部の形状を設定して、ピストン頂部モデルを立体で構築する。具体的には、上記リセスモデル構築時の平面状の頂部では、燃焼室17の容積が、目標圧縮比から決まる目標容積よりも小さい場合には、ピストン12頂部の外周縁部を除く部分に凹陷部を設けて燃焼室17の容積を増大させる。一方、目標容積よりも大きい場合には、上述したピストン12のように、ピストン12頂部の外周縁部及びリセス12 aを除く部分に、凸部12 bを設けて燃焼室17の容積を減少させる。

【0042】

次のステップS 10では、上記入力されたバルブ21に関する情報に基づいて、バルブモデルを立体で構築する。

【0043】

次のステップS 11では、ピストン12とバルブ21とが最接近した状態において、上記ピストン頂部モデルのリセス12 aと上記バルブモデルとの間隙（こ

の実施形態では、最短距離)を演算し、次のステップS12で、ディスプレイ3に、その間隙の値等を表示するための第3の結果画面を表示する。この第3の結果画面にも、上記第1の結果画面と同様に、進行ボタンと戻りボタンとの2つの操作ボタンが含まれている。

【0044】

次のステップS13では、上記操作ボタンが操作されたか否かを判定し、この判定が、進行ボタン及び戻りボタンのいずれの操作ボタンも操作されていないNOであるときには、上記ステップS12に戻って第3の結果画面を表示し続け、判定がYESであって進行ボタンが操作されたときには、ステップS14に進み、判定がYESであって戻りボタンが操作されたときには、上記ステップS1に戻る。

【0045】

上記ステップS14では、上記結果内容(上記間隙や上記肉厚の最小値、入力情報、構築したモデル等を含む)を記憶装置6に記憶保存し、次のステップS15で、ディスプレイ3に、その保存した内容を設計者に確認させるための保存内容確認画面を表示する。この保存内容確認画面には、終了するための終了ボタンが含まれている。

【0046】

次のステップS16では、上記終了ボタンが操作されたか否かを判定し、この判定がNOであるときには、上記ステップS15に戻って保存内容確認画面を表示し続け、判定がYESであるときには、終了する。

【0047】

上記設計支援装置を用いて、設計者がピストン12の形状を設計しようとして操作スイッチ2による所定の開始操作を行うと、ディスプレイ3には入力画面が表示される。そして、設計者が、この入力画面の所定欄に、ピストン12に関する情報と、バルブ21に関する情報と、ピストンリング溝12cの位置及び形状に関する情報と、シリンダヘッド16における燃焼室17を形成する面に関する情報と、目標圧縮比とを操作スイッチ2により入力すると、2次元でリセスモデルが構築されて、ディスプレイ3に第1の結果画面を通してリセス12aの寸法

等が表示される。

【0048】

設計者が上記リセス 12 a の寸法等を確認して問題がないと判断した場合には、進行ボタンを操作する。一方、問題があると判断した場合には、戻りボタンを操作して入力画面に戻り、入力情報の一部又は全部を変更して入力し直す。

【0049】

上記第 1 の結果画面において設計者が進行ボタンを操作すると、リセス 12 a 及びピストンリング溝 12 c を備えた立体のピストンモデルが構築され、このピストンモデルにおけるリセス 12 a とピストンリング溝 12 c との間の肉厚の最小値が演算されて、ディスプレイ 3 に第 2 の結果画面を通してその演算結果が表示される。

【0050】

設計者が上記肉厚の最小値を確認し、この最小値が上記所定値以上であって問題がないと判断した場合には、進行ボタンを操作する。一方、所定値よりも小さくて問題があると判断した場合には、戻りボタンを操作して入力画面に戻り、入力情報の一部又は全部を変更して入力し直す。

【0051】

上記第 2 の結果画面において設計者が進行ボタンを操作すると、ピストン頂部モデルが構築されてピストン 12 頂部に凹陷部又は凸部 12 b が形成される。この凹陷部又は凸部 12 b により、燃焼室 17 の容積が、目標圧縮比から決まる目標容積となる。また、バルブモデルも構築され、上記ピストン頂部モデルのリセス 12 a とそのバルブモデルとの間隙（最短距離）が演算されて、ディスプレイ 3 に第 3 の結果画面を通してその演算結果が表示される。

【0052】

図 8 に示すように、ピストン 12 頂部に凸部 12 b が形成されるとともにその凸部 12 b がリセス 12 a の周囲にも形成されたとすると、凸部 12 b によってリセス 12 a の開口端がバルブ側に移動するため、上記間隙（最短距離 z' ）は、リセスモデルを構築したときの最短距離 z よりも小さくなる。したがって、上記間隙が上記所定条件を満足するか（最短距離 z' が第 3 基準値以上であるか）

否かを確認する必要がある。しかし、この実施形態では、ディスプレイ 3 に上記間隙（最短距離 z' ）が表示されるので、設計者は上記間隙が上記所定条件を満足するか否かを容易に確認することができる。

【0053】

設計者が上記間隙を確認し、所定条件を満足すると判断した場合には、進行ボタンを操作する。一方、所定条件を満足しないと判断した場合には、戻りボタンを操作して入力画面に戻り、入力情報の一部又は全部を変更して入力し直す。

【0054】

上記第 3 の結果画面において設計者が進行ボタンを操作すると、上記結果内容が記憶装置 6 に記憶保存されて、ディスプレイ 3 に保存内容確認画面を通してその保存内容が表示される。そして、設計者がその保存内容を確認した後に終了ボタンを操作して終了する。

【0055】

したがって、上記実施形態では、燃焼室 17 の容積が、目標圧縮比から決まる目標容積となるようにピストン 12 頂部の形状が設定された後に、立体で構築されたピストン頂部モデルのリセス 12a とバルブモデルとの間隙を演算するので、リセス 12a の形状が複雑であっても、設計者はその間隙を素早くかつ精度良く得ることができ、リセス 12a とバルブ 21 との間隙が所定条件を満たすか否かを容易に確認することができる。しかも、リセス 12a 及びピストンリング溝 12c を備えたピストンモデルを立体で構築し、このピストンモデルにおけるリセス 12a とピストンリング溝 12c との間の肉厚の最小値を演算するようにしたので、リセス 12a の形状が複雑であっても、設計者はその肉厚の最小値をも素早くかつ精度良く得ることができ、その最小値が所定値以上であるか否かをディスプレイ 3 で確認することができる。よって、リセス 12a を備えたピストン 12 の形状を効率良くかつ最適に設計することができる。

【0056】

尚、上記実施形態では、リセス 12a 及びピストンリング溝 12c を備えたピストンモデルを、ピストン頂部モデルの構築前に、ピストン頂部モデルとは別個に構築して、該ピストンモデルにおけるリセス 12a とピストンリング溝 12c

との間の肉厚の最小値を演算するようにしたが、ピストン頂部モデルの構築後に、該ピストン頂部モデルを含めてピストンモデルを構築し、このピストンモデルを用いて、バルブモデルとの間隙や上記肉厚の最小値を演算するようにしてもよい。また、ピストン頂部モデルの構築後にピストンモデルを構築する場合でも、ピストン頂部モデルとは別個にピストンモデルを構築するようにしてもよい。さらに、このような肉厚の最小値の演算は必ずしも必要ではなく、省略してもよい。

【0057】

また、ピストンモデルにおけるリセス 12 a とピストンリング溝 12 c との間の肉厚の最小値を演算する代わりに、ピストンリング溝 12 c の位置を、ピストンモデルにおけるリセス 12 a と該ピストンリング溝 12 c との間の肉厚の最小値が所定値以上となるように演算するようにしてもよい。この場合、入力画面では、設計者に、ピストンリング溝 12 c の位置は入力させないで少なくとも形状に関する情報を入力させて、ピストン頂部モデルとは別個に、又はピストン頂部モデルを含めて、リセス 12 a を備えたピストンモデルを立体で構築し、このピストンモデルと、上記入力されたピストンリング溝の形状に関する情報とに基づいて、ピストンリング溝 12 c の位置を、上記ピストンモデルにおけるリセス 12 a と該ピストンリング溝 12 c との間の肉厚の最小値が所定値以上となるように演算するようにすればよい。

【0058】

さらに、上記実施形態では、設計支援装置によって演算された、ピストン頂部モデルのリセス 12 a とバルブモデルとの間隙を設計者が確認して、設計者自身が設計変更を行うようにしたが、設計支援装置が設計変更を行うようにしてもよい。例えば、設計支援装置の CPU 1 の処理として、ピストン頂部モデルのリセス 12 a とバルブモデルとの間隙を演算した後、その間隙が上記所定条件を満足するか否かを判定し、上記間隙が上記所定条件を満足しないと判定したときには、バルブモデルにおいて、バルブ厚さ、及びリセス対向面と側周面との交わる角部に形成する面取り 21 a の傾斜角度の少なくとも一方を、上記間隙が上記所定条件を満足するように変更して、バルブモデルを再構築するようにする。但し、

この再構築したバルブモデルのバルブ厚さが上記規定値よりも小さいときには、リセスモデル構築時におけるリセス 12a とバルブ 21 との間隙を変更して、再度、リセスモデル構築、ピストン頂部モデル構築、バルブモデル構築、ピストン頂部モデルのリセス 12a とバルブモデルとの間隙の演算、この間隙が上記所定条件を満足するか否かの判定、及びバルブモデルの再構築の各処理を実行する。こうすれば、リセス 12a とバルブ 21 との間隙が所定条件を満足しないときには、所定条件を満足するように、バルブ 21 の形状が自動的に変更されるので、設計者はピストン 12 の形状を変更することなく、容易に対応することができる。また、バルブの厚さが規定値よりも小さくならなくて済み、バルブ 21 の信頼性が低下するのを抑制することができる。

【0059】

また、本発明は、バルブ可変機構を有するエンジンにも適応可能である。

【0060】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によると、ピストンの頂部に、バルブと対面しかつ該バルブとの間隙が所定条件を満足するリセスモデルを構築し、その後、燃焼室の容積が、容積関連値の目標値から決まる目標容積となるようにピストン頂部の形状を設定して、ピストン頂部モデルを立体で構築するとともに、バルブモデルを立体で構築し、上記ピストン頂部モデルのリセスとバルブモデルとの間隙を演算するようにしたので、設計者は、リセスを備えたピストンの形状を効率良くかつ最適に設計することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態に係る設計支援装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 2】

上記設計支援装置を用いて設計されるピストンを備えたエンジンの構成を示す概略図である。

【図 3】

上記ピストンを示す斜視図である。

【図 4】

設計支援装置における CPU の処理の前半部を示すフローチャートである。

【図 5】

設計支援装置における CPU の処理の後半部を示すフローチャートである。

【図 6】

ピストン変位曲線とバルブリフト曲線との関係を示すグラフである。

【図 7】

リセスモデルを 2 次元で構築している様子を示す図である。

【図 8】

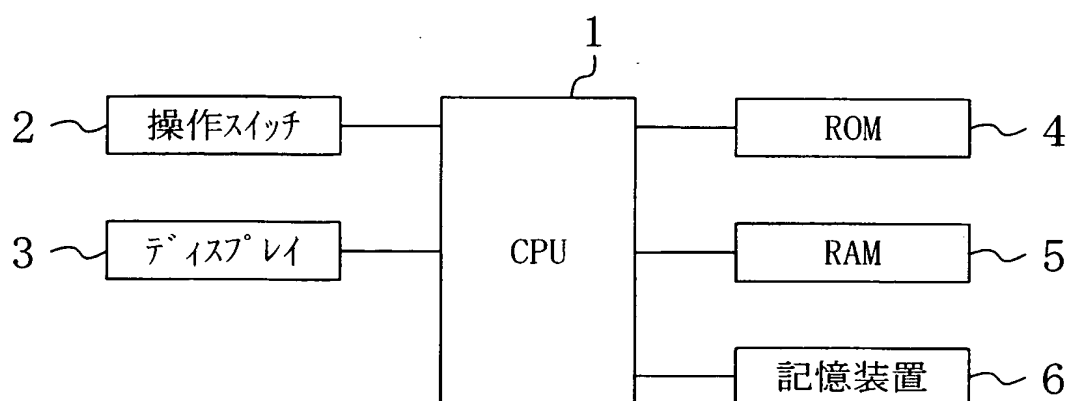
リセスとバルブとの間隙が凸部によって変化することを説明する図である。

【符号の説明】

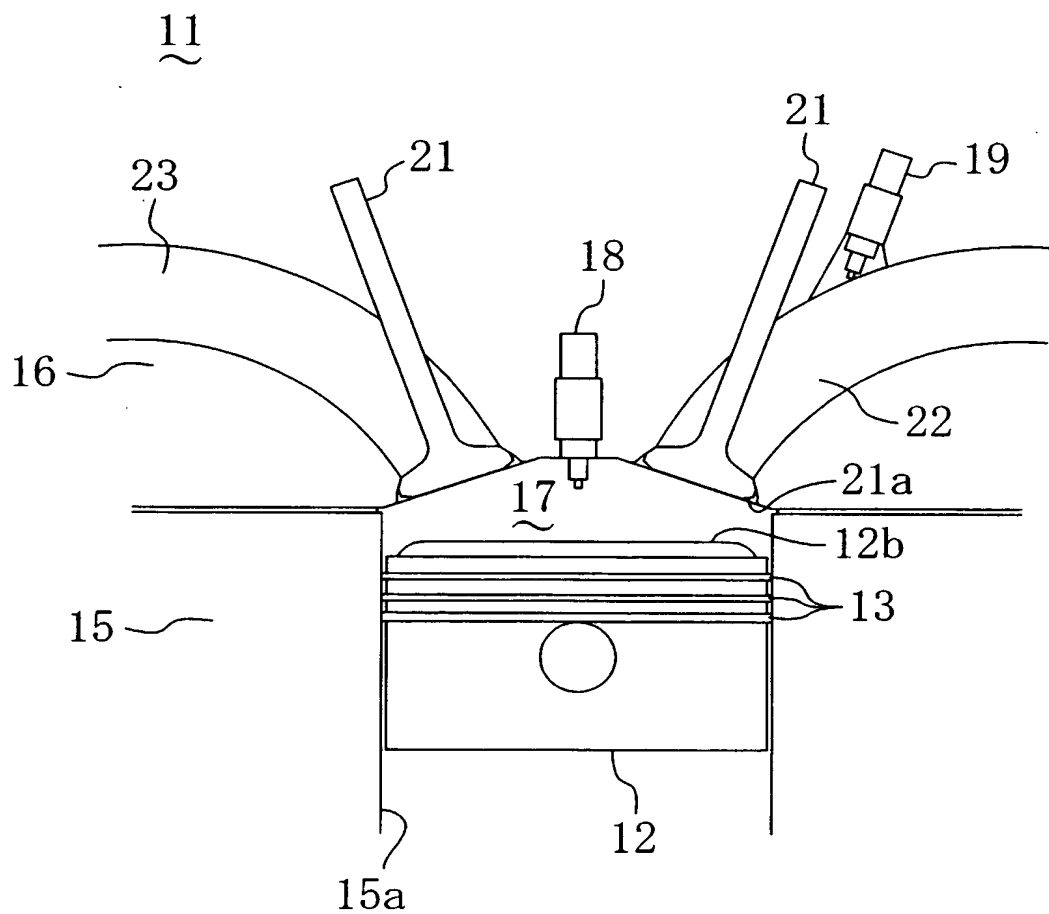
- 1 設計支援装置の CPU (リセスモデル構築手段)
 - (ピストン頂部モデル構築手段)
 - (バルブモデル構築手段) (間隙演算手段)
- 2 操作スイッチ (入力手段)
- 3 ディスプレイ
- 6 記憶装置
 - 1 1 エンジン
 - 1 2 ピストン
 - 1 2 a リセス
 - 1 2 b 凸部
 - 1 2 c ピストンリング溝
 - 1 6 シリンダヘッド
 - 1 7 燃焼室
 - 2 1 バルブ
 - 2 1 a 面取り

【書類名】 図面

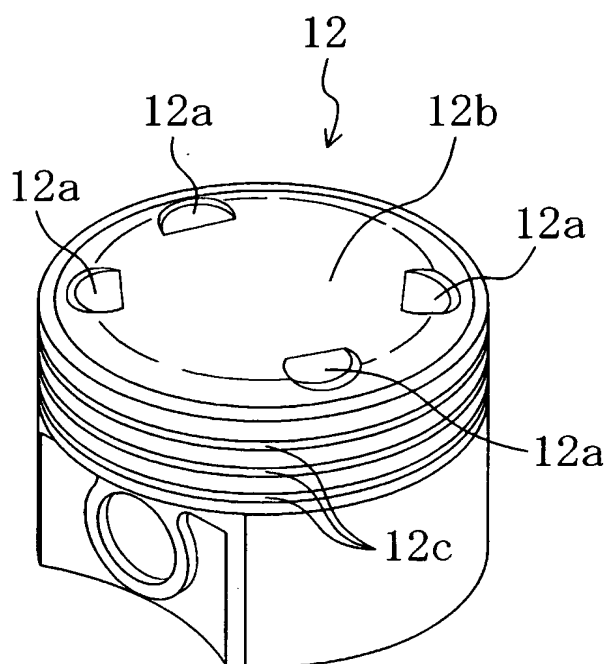
【図 1】



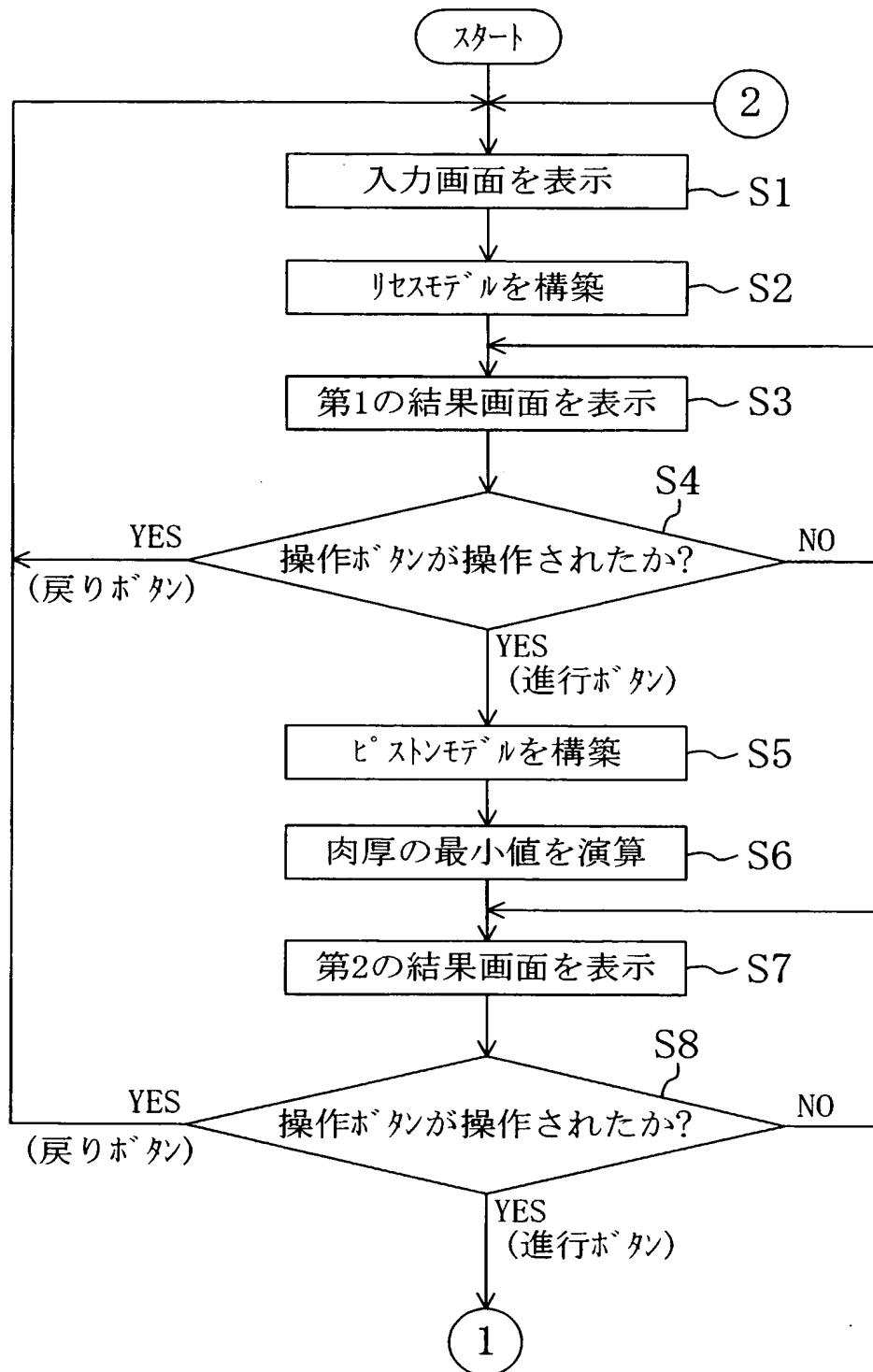
【図 2】



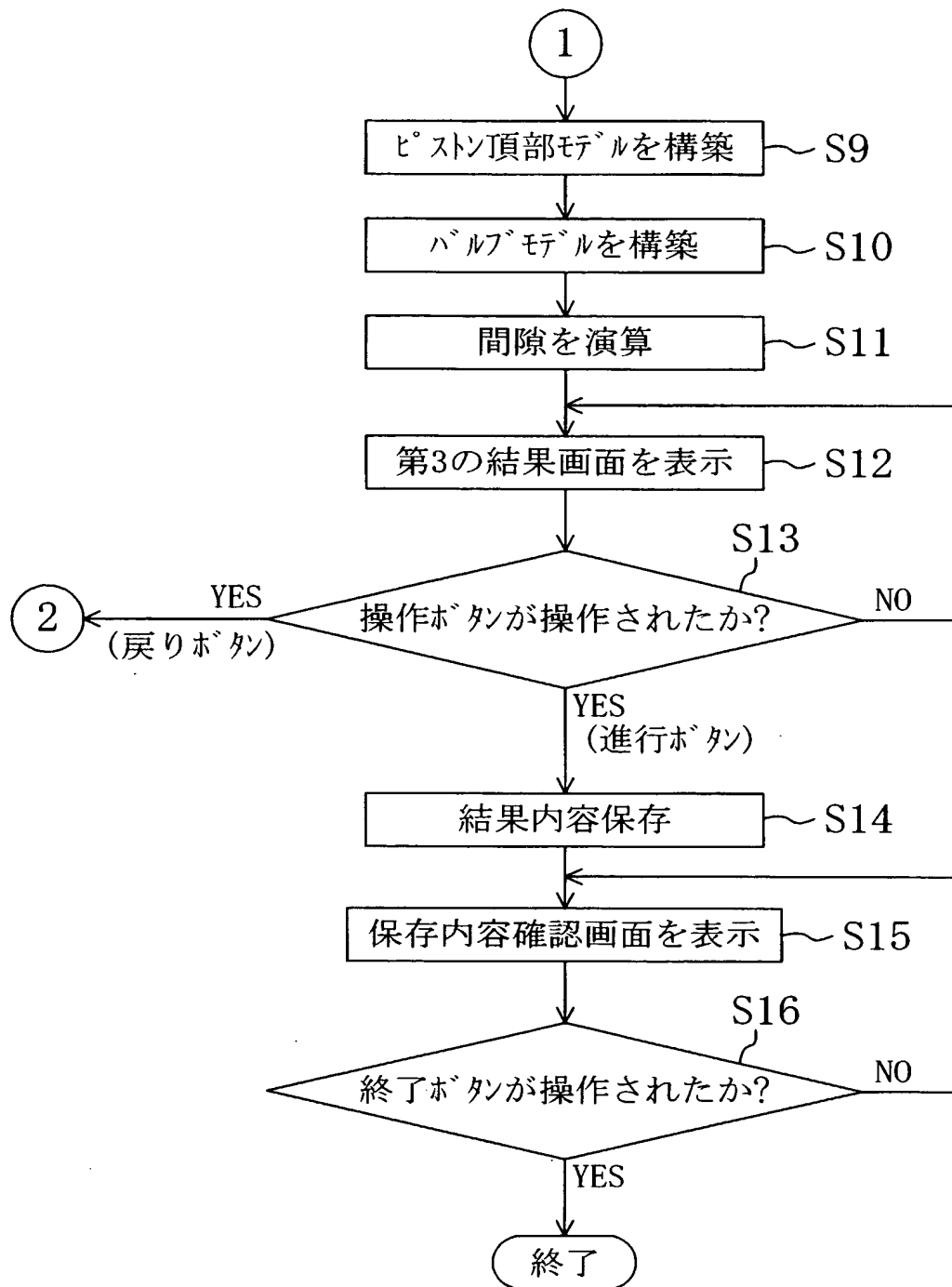
【図 3】



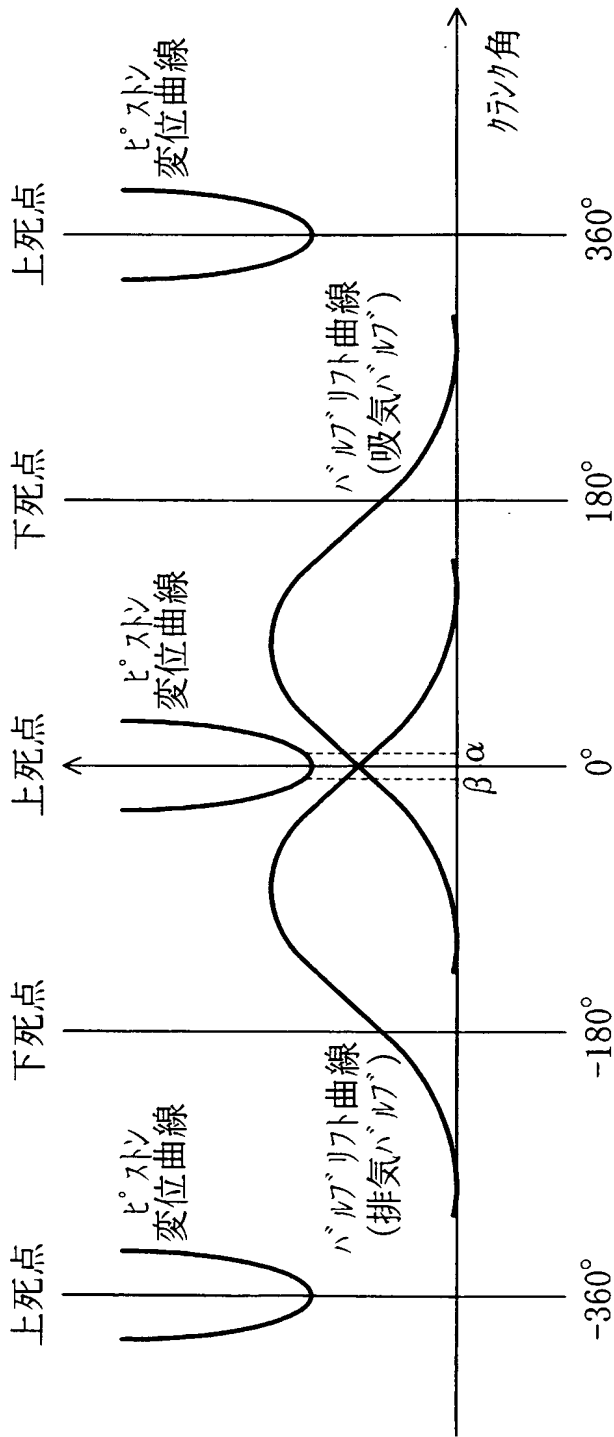
【図4】



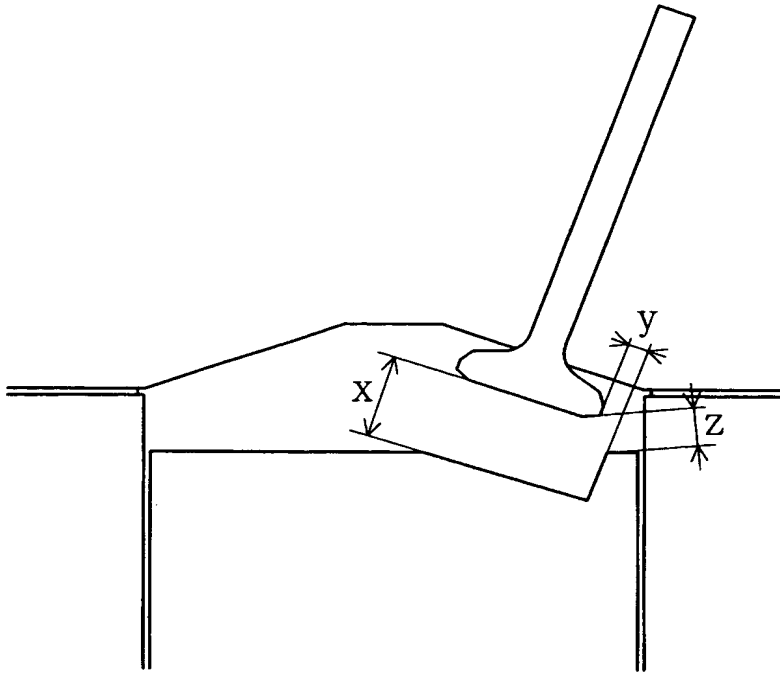
【図 5】



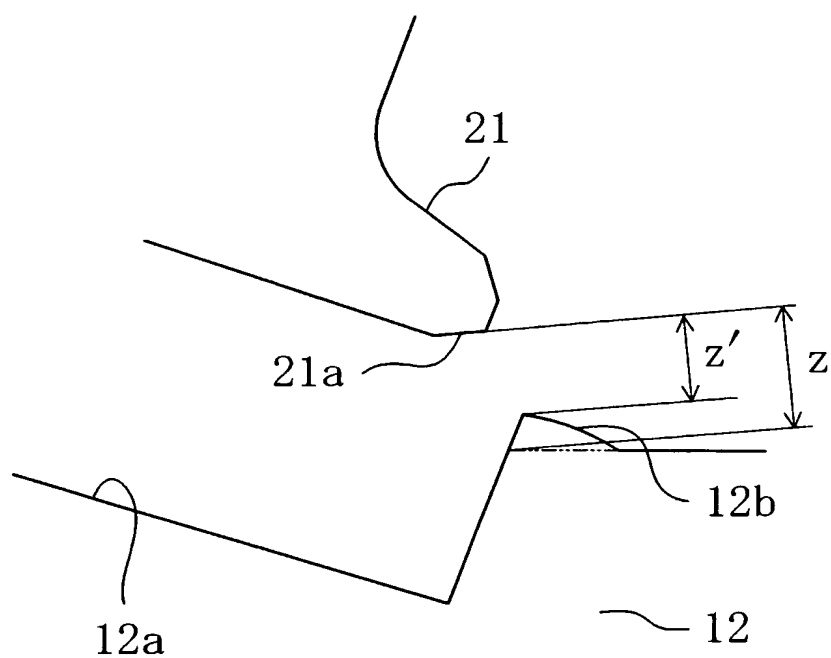
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ピストン 1 2 の往復動方向とバルブ 2 1 の往復動方向とが不一致となるエンジン 1 1 において、リセス 1 2 a を備えたピストン 1 2 の形状を、設計者が効率良くかつ最適に設計できるようにする。

【解決手段】 ピストン 1 2 の頂部に、バルブ 2 1 と対面しかつ該バルブ 2 1 との間隙が所定条件を満足するリセスモデルを構築し、その後、燃焼室 1 7 の容積が、目標圧縮比から決まる目標容積となるようにピストン 1 2 の頂部の形状を設定して、ピストン頂部モデルを立体で構築するとともに、バルブモデルを立体で構築し、上記ピストン頂部モデルのリセス 1 2 a とバルブモデルとの間隙を演算する。

【選択図】 図 3

特願 2 0 0 2 - 3 7 0 2 2 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 1 3 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 2 日

[変更理由]

新規登録

住 所

広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号

氏 名

マツダ株式会社